

Литература

1. Ляхова О.Н., С.Н. Лукашенко, Н.В. Ларионова Механизмы формирования загрязненности тритием воздушного бассейна в пределах горного массива «Дегелен» / Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. Выпуск 2. Сборник трудов Института радиационной безопасности и экологии за 2007-2009 гг. / под рук. Лукашенко С.Н. - Павлодар: Дом печати, 2010. - С.331-353
2. Методы измерения трития: рекомендации Нац. ком. по радиац. защите и измерениям (НКРЗ) США / под ред. Ю. В. Сивинцева; перевод с англ. М. И. Рохлина и Г. М. Рохлина. - М. : Атомиздат, 1978. - 94 с.
3. Проведение комплекса научно-технического и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского полигона в безопасное состояние / Назарбаев Н.А., Школьник В.С., Батырбеков Э.Г., Березин С.А., Лукашенко С.Н., Скаков М.К.

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПРИШКОЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ,
БЛИЗЛЕЖАЩИХ ЖИЛЫХ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН (НА ПРИМЕРЕ Г. ТОМСКА)**

А.А. Меркулова¹, Д.Н. Никшина¹

Научные руководители учитель химии Е.Н. Лысакова¹

доцент А.В. Таловская², ассистент К.В. Дёрина²

¹*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №49, г. Томск, Россия*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Школа 49 расположена в микрорайоне «Мокрушинский» Кировского района г. Томска. В последние годы главная улица микрорайона - ул. Мокрушина - стала очень оживленной в связи с тем, что рядом появились новые жилые комплексы. Здесь наблюдается постоянный поток машин, часто бывают автомобильные заторы, связанные с движением маневровых поездов, составов и электричек через расположенный неподалеку железнодорожный переезд. Перечисленные выше особенности расположения учебного заведения определили выбор направления исследования.

Исследование проводилось в зимний период (декабрь 2018 года). Объект исследования: пришкольная территория и близлежащие территории Кировского и Советского районов г.Томска. В Кировском районе, где расположена школа, были выбраны близ расположенные рекреационная (дендрологический парк Сибирского Ботанического сада) и жилые зоны (мкр. «Южные ворота», ЖК «Нефтяной»). В Советском районе объектом изучения являлась зона воздействия одного из крупных предприятий города - Томской ГРЭС-2. Предмет исследования: твердый осадок снега и снеготалая вода. Выбор снежного покрова в качестве предмета исследования обусловлен тем, что снег отражает различные временные характеристики загрязнения воздуха, и на нем оседают пылевые частицы природного и техногенного происхождения [3, 4, 6]. По наблюдению, в г. Томске Томской области средняя продолжительность снежного покрова составляет около 5 месяцев.

Цель работы: оценка экологического состояния воздуха на пришкольной территории и близлежащих территориях Кировского и Советского районов по данным изучения снежного покрова.

Задачи исследования: оценить среднесуточное поступление пыли на пришкольной территории и для сравнения на близлежащих территориях Кировского и Советского районов г.Томска; изучить вещественный состав твердого осадка снега, выявить основные источники загрязнения; провести исследование снеготалой воды на содержание в ней тяжелых металлов; на основании полученных данных выявить места наименьшего экологического благополучия.

Для проведения исследования было отобрано и проанализировано 5 проб снега: проба 1 - мкр. «Южные ворота» (ул.Королева), проба 2 - пришкольная территория (ул.Мокрушина), проба 3 - дендрологический парк Сибирского Ботанического сада (мкр. «Мокрушинский»), проба 4 - зона воздействия ГРЭС-2 (ул. Шевченко), проба 5- ЖК «Нефтяной»(ул.Нефтяная).Отбор проб производился методом шурфа на всю глубину снежного покрова, за исключением 5-см слоя над почвой, для избежание загрязнения проб почвой согласно работам [2, 3],на расстоянии не менее 25 м от дороги, с ориентиром на ровную поверхность снежного покрова [4].

Полученные после таяния и высушивания пробы твердого осадка снега взвешивались. Масса пыли в снеговой пробе служила основой для расчета среднесуточной пылевой нагрузки P_n , мг/м² в сут. Расчет производился по формуле: $P_n = P_o / (S \times t)$, где P_o - масса пыли в пробе (мг); S - площадь шурфа (м²); t - время от начала снегостава (количество суток) [2, 3]. Результаты исследования говорят о том, что наименее запыленной является исследуемая территория в ЖК «Нефтяной» (проба 5), так как среднесуточная пылевая нагрузка максимально приближена к фоновой (региональный фон - 7мг/м² в сут. по данным работы [6]). Величина пылевой нагрузки превышает региональный фон в 10,7 раз в пункте отбора проб в зоне воздействия ГРЭС-2 (проба 4). Превышение в 1,7-3,4 раза наблюдается и на других территориях (согласно данным изучения проб 1-3).

Исследования твердого осадка снега выполнялись на базе учебно-научных лабораторий МИНОЦ «Урановая геология» отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета. Оно заключалось в идентификации природных и техногенных частиц в составе проб снега при рассмотрении их в бинокулярный микроскоп, и определение их происхождения [4,6]. По результатам исследования в каждой пробе снега были обнаружены частицы природного и техногенного происхождения, на долю которых приходится 70-90% и 10-30 % соответственно. Несмотря на то, что все пробы снега были взяты на расстоянии не менее чем 25 м от дороги, твердый осадок снега в большом количестве (30-70 %) содержит кварц, источником которого является песко-соляная смесь, используемая для проведения антигололедных мероприятий. Вероятно,

что на пришкольной территории и в жилых кварталах также применяют песко-соляные смеси, что может являться источников кварца. В пробе 4 (ГРЭС-2) содержится до 15% угольной пыли и сажи, источником которых являются выбросы от сжигания угля и природного газа. Во всех пробах (кроме пробы 2 - пришкольная территория) присутствует до 5% шлака. В целом, наибольшее количество частиц техногенного происхождения (30 %) содержится в пробах 1 (мкр. «Южные ворота») и 4 (ГРЭС-2), что указывает на повышенное загрязнение воздуха по сравнению с остальными исследуемыми территориями.

Таблица

Пылевая нагрузка (Pn) и вещественный состав проб твердого осадка снега (декабрь 2018 г.)

Номер пробы	Пункт отбора	Pn, мг/м ² в сут.	Доля техногенных частиц, %	Доля природных частиц, %
1	мкр. «Южные ворота» (ул. Королева)	22,73	30	70
2	пришкольная территория	11,61	20	80
3	дендрологический парк Сибирского Ботанического сада	23,8	10	90
4	Зона воздействия ГРЭС-2	74,9	30	70
5	ЖК «Нефтяной» (ул. Нефтяная)	8	10	90

Примечание: фон - 7 мг/м² в сут. [6]

Полученные образцы твердого осадка снега были исследованы с помощью электронной сканирующей микроскопии. С помощью микроскопии удалось определить размер и полуколичественный элементный состав некоторых частиц. Исследуемые частицы имеют средние размеры - от 5 до 20 μm . Согласно техническим данным [5] пыль такого размера при дыхании может попадать не только в носовую и ротовую полость, но и в лёгкие (частицы 5 μm и менее), что представляет опасность для здоровья человека. Преобладающими элементами в составе исследуемых частиц являются Fe, Al, Si, O. Среди элементов-примесей встречаются металлы Ca, Na, K, Mg, Ba, из неметаллов - P.

Определение содержания в снеготалой воде ионов тяжелых металлов (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) проводилось методом инверсионной вольтамперометрии с помощью вольтамперометрического анализатора TA-Lab (производства ООО «НПП ТОМЬАНАЛИТ»). Регистрируемые прибором вольтамперограммы представляют собой аналитические сигналы (максимальные анодные токи электроокисления металлов и потенциалы электроокисления) определяемых элементов. Потенциалы соответствуют определенному металлу и, таким образом, служат целям качественного определения металлов в объекте. Токи электроокисления изменяются в зависимости от концентрации металлов в электродной ячейке. Известно, что указанная зависимость для тяжелых металлов прямолинейна [1]. В данном случае для определения содержания металлов применялся метод добавок, в котором применялись государственные стандартные образцы (ГСО). Расчет концентрации ионов металлов в анализируемых пробах производился по формуле: $X = I_1 \cdot C_{\text{доб}} \cdot V_{\text{доб}} / (I_2 - I_1) \cdot V_{\text{пр}}$, где I_1 - сила тока соответствующая анодному окислению ионов металлов в пробе (мкА); I_2 - сила тока после введения в ячейку стандартной добавки ГСО (мкА); $C_{\text{доб}}$ - концентрация добавленных стандартов ($\text{Cu} = 1 \text{ мг/мл}$; $\text{Pb} = 1 \text{ мг/мл}$; $\text{Cd} = 0,1 \text{ мг/мл}$; $\text{Zn} = 0,1 \text{ мг/мл}$); $V_{\text{доб}}$ - объём добавленных стандартов (мл); $V_{\text{пр}}$ - объём пробы (мл).

Исследование методом инверсионной вольтамперометрии показало, что из четырех рассматриваемых нами тяжелых металлов (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) во всех пробах зафиксировано повышенное содержание свинца и меди относительно содержания других элементов. Наибольшее загрязнение тяжелыми металлами зафиксировано по результатам исследования снеготалой воды пробы 3, отобранной на территории дендрологического парка Сибирского ботанического сада. Вероятно, тяжелые металлы попадают в атмосферу при сжигании автомобильного топлива и угля.

Таким образом, изучение снежного покрова, а именно твердого осадка снега и снеготалой воды, показало, что воздух на исследуемых территориях подвергается техногенному загрязнению, как физическому (пылевое загрязнение), так и химическому (загрязнение тяжелыми металлами). Местом наименьшего экологического благополучия можно назвать территорию, прилегающую к ГРЭС-2. Работа данного предприятия способствует не только загрязнению прилегающих территорий, но и распространению веществ-загрязнителей (сажи, угольной пыли, алюмосиликатных микросферул) далеко за ее пределы, согласно «розе ветров».

В дальнейшем нами планируется продолжить изучение экологического состояния данных территорий по снежному покрову для корреляции полученных результатов, в том числе по содержанию тяжелых металлов в сравнении с ПДК.

Литература

1. Батуева Д.М., Гомбоева С.В. Определение содержания ионов тяжелых металлов в воде методом инверсионной вольтамперометрии // Методические указания к выполнению лабораторного практикума для студентов технологов очной формы обучения, Улан-Удэ: ВСГУТ, 2003.-12 с.
2. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве/ Министерство здравоохранения СССР; Главное санитарно-профилактическое управление. – М.: ИМГРЭ, 1990 год [Электронный документ]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200087676>
3. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с. [Электронный документ]. Режим доступа: <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-292484.pdf>

4. Таловская А.В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г.Томска по данным изучения пылеаэрозолей//Автореферат диссертации, Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.
5. Технические таблицы [Электронный документ]. Режим доступа: <https://tehtab.ru>
6. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОТОКОВ ТЕРРИТОРИИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЬЮН (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))

А.Ю. Мишанькин

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Республика Саха (Якутия) является уникальной территорией по разнообразию, количеству и качеству полезных ископаемых. В данном регионе по состоянию на 2018 год учитывается 2116 месторождений полезных ископаемых по 59 видам минерального и углеводородного сырья [2].

Важную позицию в минерально-сырьевой базе Республики занимает золото, прогнозные ресурсы которого по категории P_1 оцениваются почти в 800 т [3].

Одним из перспективных для освоения объектов является золоторудное месторождение Вьюн, расположенное на севере Якутии (Верхоянский район) и входящее в состав Яно-Колымской золотоносной провинции (Адыча-Тарынская золотоносная зона). Месторождение относится к малосульфидному золото-кварцевому формационному типу. Основные рудные минералы: арсенопирит; пирит; халькопирит [1].

Целью работы являлось выявление геохимической специализации почвенного покрова и донных отложений водотоков территории золоторудного месторождения Вьюн и изучение их минерального состава.

Для характеристики фонового состояния почв и донных отложений водотоков на доэксплуатационной стадии освоения месторождения в летний период 2017 г. на его территории были проведены эколого-геохимические исследования, в рамках которых отобраны пробы почв (19 проб) и донных отложений (13 проб).

Почва отбиралась с верхнего горизонта (0-10) см методом конверта. Донные отложения отбирались без стратификации из приводного слоя.

Пробоподготовка образцов почв и донных отложений заключалась в их высушивании, ручном измельчении, просеивании через сито с размером ячейки 1 мм и измельчении на микровиброистрателе.

Анализ проб на содержание 55 химических элементов проводился методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в аккредитованном Химико-аналитическом центре «Плазма», г. Томск.

На основе полученных данных о содержании химических элементов в пробах почв и донных отложений определялась их геохимическая специфика путём расчёта кларков концентрации химических элементов относительно среднего состава верхней части континентальной земной коры по Н.А. Григорьеву [4].

Геохимическая специализация почвенного покрова и донных отложений сформирована в основном за счёт повышенных содержаний Te, Se, As, Ag, Au (таблица).

Таблица

Кларки концентраций (КК) химических элементов относительно среднего состава верхней части континентальной земной коры по Н. А. Григорьеву [4] в почвах и донных отложениях водотоков территории золоторудного месторождения Вьюн

Диапазон КК	Химические элементы
Почвенный покров	
более 35	Te, Se
5 - 6	As, Ag
2 - 3	Sb, Au
1 - 2	Zn, Cr, Cs, Ge, Ti, Mo, Nb, Fe, Be, Pb, Cu, P, Ga, Co, Ce
0,5 - 1,0	W, La, Nd, Ba, Mn, Sm, Pr, Eu, Ni, Sn, Rb, Bi, Th, Gd, U, Yb, Zr, Tb, Tm, Er, Dy, Ta, Y, Tl, In, Lu, Cd, Hg, Hf
менее 0,5	Ho, Sr, Mg
Донные отложения	
более 35	Te, Se
3 - 8	As, Au, Sb
2 - 3	Ag, Bi
1 - 2	Zn, W, P, Co, Ge, Cr, Fe, Hg, Ti, Mn, Cu, Nb, Ba, Ga, Mo, Pb, Ce, Be, Cs, Nd
0,5 - 1,0	Sm, La, Rb, Ni, Eu, U, Th, Pr, Tb, Yb, Zr, Gd, Er, Tm, Dy, Y, Hf, Lu, Sn, Tl, Ho, Ta, Mg, Sr, In, Cd

Исследования минерального состава проб почв и донных отложений проводились с помощью оптической и электронной микроскопии, а также методом рентгеновской дифрактометрии.

По результатам исследования проб под бинокулярным оптическим микроскопом в почвах и донных отложениях обнаружены слюдястые минералы (биотит, мусковит), кварц, окисленные минеральные фазы.